

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-223622  
 (43)Date of publication of application : 21.08.1998

(51)Int.CI.

H01L 21/31

(21)Application number : 09-023992

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.02.1997

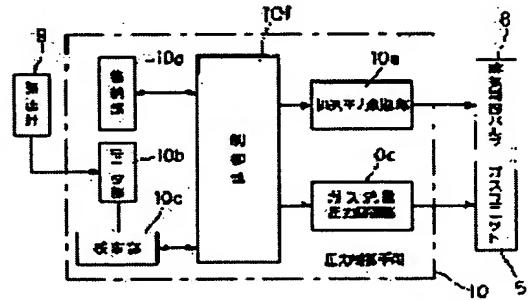
(72)Inventor : SUZUKI TADASHI

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a stable oxide film thickness and quality, without depending on the atmospheric pressure.

SOLUTION: When an oxide film begins to form on a semiconductor wafer, a monitor 10 monitors a barometer 9, a retriever 10c retrieves data set according to the monitor value on the barometer 9 from a memory 10a, a gas flow rate pressure controller 20d controls a gas unit 5 so as to increase/decrease the flow rate of a process gas, based on the set data while an exhaust pressure controller 10e controls an exhaust control valve 8 so as to increase/decrease the exhaust rate of a process tube, thereby forming a film with holding the pressure const. in the process tube, independent of the atmospheric pressure change.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 L 21/31

識別記号

F I

H 01 L 21/31

E

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願平9-23992

(22)出願日 平成9年(1997)2月6日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 鈴木 匠

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立

製作所デバイス開発センター内

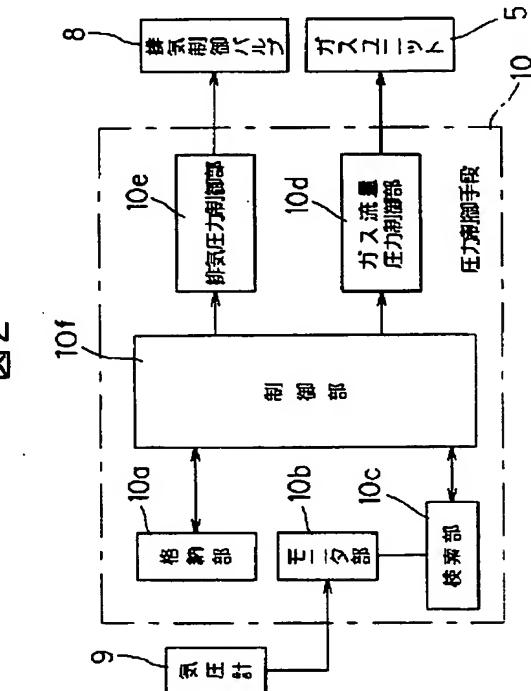
(74)代理人 弁理士 筒井 大和

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法および装置

## (57)【要約】

【課題】 大気圧変動に依存することなく、安定した酸化膜厚ならびに膜質を得る。

【解決手段】 半導体ウェハ上の酸化膜の形成が開始されると、モニタ部10bがモニタした気圧計9のモニタ値に応じた設定データを検索部10cが格納部10aから検索し、その設定データに基づいてガス流量圧力制御部10dがプロセスガスの流量を増減するようにガスユニット5の制御を行う。同時に排気圧力制御部10eは、プロセスチューブの排気量を設定された排気量まで増減するように排気制御バルブ8の制御を行い、プロセスチューブ内の圧力を大気圧の変動に依存することなく一定に保ちながら成膜を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】常圧により被処理物に酸化膜を形成させる半導体装置の製造方法であって、大気圧を大気圧測定手段によりモニタ部がモニタする工程と、

モニタされた圧力に対応するデータを格納部に格納された設定データから検索部が検索する工程と、

検索結果に基づいてガス流量圧力制御部が制御信号を生成し、反応室に供給される処理ガスの流量制御を行う流量制御手段の制御を行う工程と、

検索結果に基づいて排気圧力制御部が制御信号を生成し、前記反応室から排気される処理ガスの排気量の制御を行う排気制御手段の制御を行う工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】常圧により被処理物に酸化膜を形成させる半導体装置の製造方法であって、

大気圧を大気圧測定手段によりモニタ部がモニタする工程と、

モニタされた圧力に対応するデータを格納部に格納された時間設定データから検索し、処理時間を演算部が演算する工程と、

演算結果に基づいて処理時間の制御を行う工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】常圧により被処理物に酸化膜を形成させる半導体製造装置であって、大気圧を測定する大気圧測定手段と、前記大気圧測定手段により測定された圧力に基づいて反応室の圧力を一定に制御する圧力制御手段と、前記反応室に供給する処理ガスの流量制御を行う流量制御手段と、前記反応室から排気される処理ガスの排気量の制御を行う排気制御手段とを設けたことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項4】請求項3記載の半導体製造装置において、前記圧力制御手段が、設定データを格納する格納部と、前記大気圧測定手段のモニタ部と、前記モニタ部の測定データに応じた設定データを格納部から検索する検索部と、前記検索部の検索結果に基づいて制御信号を生成し、前記流量制御手段の制御を行うガス流量圧力制御部と、前記検索部の検索結果に基づいて制御信号を生成し、前記排気制御手段の制御を行う排気圧力制御部とよりなることを特徴とする半導体製造装置。

【請求項5】常圧により被処理物に酸化膜を形成させる半導体製造装置であって、大気圧を測定する大気圧測定手段と、前記大気圧測定手段により測定された圧力に基づいて処理時間の制御を行う処理制御手段と、前記反応室に供給する処理ガスの流量制御を行う流量制御手段と、前記反応室から排気される処理ガスの排気量の制御を行う排気制御手段とを設けたことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項6】請求項5記載の半導体製造装置において、前記処理制御手段が、時間設定データを格納する格

納部と、前記大気圧測定手段のモニタを行うモニタ部と、前記モニタ部によりモニタされた圧力のデータならびに前記格納部に格納された時間設定データに基づいて処理時間の演算を行う演算部と、前記演算部の演算結果に基づいて処理時間の制御を行う制御部とよりなることを特徴とする半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法および装置に関し、特に、常圧付近における半導体ウエハに酸化膜を形成する常圧熱酸化の成膜に適用して有効な技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】本発明者が検討したところによれば、酸素または水分子を加熱された反応室の半導体ウエハに供給することにより高温において熱酸化の反応をさせ、半導体ウエハに酸化膜を形成される熱酸化装置は、この酸化膜の形成を1気圧付近の大気圧下で行っている。

【0003】なお、この種の熱酸化装置について詳しく述べてある例としては、平成6年9月9日、株式会社プレスジャーナル発行、松下晋司(編)、「月刊 Semiconductor World 増刊号 The Equipment」P71~P75があり、この文献には、酸化拡散装置の基本構成などが記載されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のような熱酸化装置では、次のような問題点があることが本発明により見い出された。

【0005】すなわち、大気圧下で酸化膜の形成を行うために、大気圧が変動すると、酸化時の反応室の酸化雰囲気圧力が変化することにより酸化速度が変化し、それに応じて半導体ウエハに形成される酸化膜厚が変化してしまうという問題が生じてしまい、歩留まり低下や装置の稼働率低下の要因となっている。

【0006】また、熱酸化装置には、排気管に反応室の圧力を制御する圧力制御機構、いわゆる、APC(Auto Pressure Control)を備えたものもあるが、この場合も、反応室と排気管との圧力を一定にするだけであり、大気圧が変動すると酸化膜厚の変化が同様に生じてしまう。

【0007】本発明の目的は、大気圧変動に依存することなく、安定した酸化膜厚ならびに膜質を得ることのできる半導体装置の製造方法および装置を提供することにある。

【0008】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、

以下のとおりである。

【0010】すなわち、本発明の半導体装置の製造方法は、大気圧を大気圧測定手段によりモニタ部がモニタする工程と、モニタされた圧力に対応するデータを格納部に格納された設定データから検索部が検索する工程と、検索結果に基づいてガス流量圧力制御部が制御信号を生成し、反応室に供給される処理ガスの流量制御を行う流量制御手段の制御を行う工程と、検索結果に基づいて排気圧力制御部が制御信号を生成し、反応室から排気される処理ガスの排気量の制御を行う排気制御手段の制御を行う工程とを有するものである。

【0011】それにより、大気圧が変動しても反応室内の圧力が自動的に絶えず一定に保たれるので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0012】また、本発明の半導体装置の製造方法は、大気圧を大気圧測定手段によりモニタ部がモニタする工程と、モニタされた圧力に対応するデータを格納部に格納された時間設定データから検索し、処理時間を演算部が演算する工程と、演算結果に基づいて処理時間の制御を行う工程とを有するものである。

【0013】それにより、大気圧が変動しても自動的に酸化膜形成における処理時間の補償を行うので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0014】さらに、本発明の半導体製造装置は、大気圧を測定する大気圧測定手段と、当該大気圧測定手段により測定された圧力に基づいて反応室の圧力を一定に制御する圧力制御手段とを設けたものである。

【0015】それにより、圧力制御手段が大気圧が変動しても反応室の圧力を自動的に絶えず一定に保つので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0016】また、本発明の半導体製造装置は、前記圧力制御手段が、設定データを格納する格納部と、大気圧測定手段のモニタを行うモニタ部と、当該モニタ部の測定データに応じた設定データを格納部から検索する検索部と、当該検索部の検索結果に基づいて制御信号を出力し、反応室に供給される処理ガスの流量制御を行う流量制御手段の制御を行うガス流量圧力制御部と、該検索部の検索結果に基づいて制御信号を生成し、反応室から排気される処理ガスの排気量の制御を行う排気制御手段の制御を行う排気圧力制御部とよりなるものである。

【0017】それにより、検索部の検索結果に基づいてガス流量圧力制御部およびガス流量圧力制御部が反応室の圧力を大気圧の変動に基づいて増減することにより、反応室の圧力を絶えず一定に保ちながら成膜を行うので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0018】さらに、本発明の半導体製造装置は、大気圧を測定する大気圧測定手段と、当該大気圧測定手段により測定された圧力に基づいて処理時間の制御を行う処

理制御手段とを設けたものである。

【0019】それにより、処理制御手段が、大気圧が変動しても自動的に酸化膜形成における処理時間の補償を行うので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0020】また、本発明の半導体製造装置は、前記処理制御手段が、時間設定データを格納する格納部と、大気圧測定手段のモニタを行うモニタ部と、当該モニタ部によりモニタされた気圧のデータならびに該格納部に格納された時間設定データに基づいて処理時間の演算を行う演算部と、当該演算部の演算結果に基づいて処理時間の制御を行う制御部とよりなるものである。

【0021】それにより、演算部の演算結果に基づいて制御部が大気圧の変動に基づいて処理時間の補償をすることにより、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0022】以上のことにより、常に高品質な酸化膜を形成できるので半導体装置の歩留まりを向上でき、かつ製品の品質も向上させることができる。

#### 20 【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0024】(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1による縦形のドライ酸化装置の説明図、図2は、本発明の実施の形態1によるドライ酸化装置に設けられた圧力制御手段のブロック図、図3は、本発明の実施の形態1によるウェット酸化装置に設けられた圧力制御手段の動作フローチャート、図4は、本発明が検討した縦形のドライ酸化装置の説明図、図5は、酸化膜厚の大気圧依存性の比較検討図、図6は、CMOS素子におけるゲート酸化膜厚のヒストグラムの比較検討図である。

【0025】本実施の形態1において、乾燥酸素中の酸化により半導体ウェハに酸化膜を形成させる縦形のドライ酸化装置(半導体製造装置)1は、酸化膜を形成させる、たとえば、石英などからなる円柱状のプロセスチューブ(反応室)2が設けられている。

【0026】また、ドライ酸化装置1には、プロセスチューブ2内を加熱するヒータおよびプロセスチューブ2内の保温を行う断熱材が設けられており、ヒータはプロセスチューブ2の外周部近傍に設けられ、断熱材はプロセスチューブ2の上方に設けられている。

【0027】さらに、プロセスチューブ2の上部には、処理ガスである後述するプロセスガスおよびキャリアガスが供給されるガス供給口2aが設けられており、同じくプロセスチューブ2の下部には該プロセスチューブ2内のガスが排気される排気口2bが設けられている。

【0028】また、ドライ酸化装置1は、プロセスチューブ2をシールする石英キャップ3がプロセスチューブ2の下部に設けられている。さらに、この石英キャップ3上には、酸化膜が形成される半導体ウェハ(被処理

物)が所定の数載置される、たとえば、石英からなるウエハカセット4が設けられ、プロセスチューブ2に内設するようになっている。

【0029】また、ドライ酸化装置1には、後述する制御部の制御信号に基づいてドライ酸化を行うためのプロセスガスである酸素(O<sub>2</sub>)ガスおよびキャリアガスとなる窒素(N<sub>2</sub>)ガスなどのそれぞれのガスにおける流量制御を行うガスユニット(流量制御手段)5が設けられている。

【0030】さらに、ガスユニット5の一方は、配管6を介してガスの供給源である工場配管と接続され、他方は、配管6aを介してプロセスチューブ2のガス供給口2aと接続され、ガスユニット5により流量制御されたプロセスガスおよびキャリアガスは、ガス供給口2aから供給され、プロセスチューブ2内のガスは、排気口2bから配管7を介して排気される。

【0031】また、ドライ酸化装置1は、制御部の制御信号に基づいてプロセスチューブ2の排気量の制御を行う排気制御バルブ(排気制御手段)8が排気口2bの近傍に設けられている。さらに、ドライ酸化装置1には、大気圧を測定する気圧計(大気圧測定手段)9ならびに該ドライ酸化装置1のすべての制御を司る圧力制御手段10が設けられている。

【0032】次に、圧力制御手段10の構成について図2を用いて説明する。

【0033】まず、圧力制御手段10には、予め測定を行ったそれぞれの条件毎のプロセスガスの供給量ならびに排ガス量のデータからなる設定データを格納する格納部10aおよび気圧計9のモニタを行うモニタ部10bが設けられている。

【0034】また、圧力制御手段10は、モニタ部10bの測定データに応じた設定データを格納部10aから検索する検索部10cが設けられており、モニタ部10bが検索部10cと電気的に接続されている。

【0035】さらに、圧力制御手段10は、該検索部10cの検索結果に基づいてガスユニット5の制御を行う制御信号を生成し、ガスユニット5に出力するガス流量圧力制御部(流量圧力制御部)10dが設けられている。

【0036】さらに、圧力制御手段10は、同じく検索部10cの検索結果に基づいてプロセスチューブ2の排ガス量の制御を行う制御信号を生成し、排気制御バルブ8の制御を行う排気圧力制御部10eが設けられている。さらに、圧力制御手段10には、該圧力制御手段10のすべての制御を司る制御部10fが設けられている。

【0037】そして、制御部10fは、格納部10a、検索部10c、ガス流量圧力制御部10d、排気圧力制御部10eと電気的に接続されている。

【0038】次に、本実施の形態の作用について図1、図2ならびに図3のフローチャートを用いて説明する。

【0039】まず、搬送ユニットにより半導体ウエハがウエハカセット4に載置され、ウエハカセット4がプロセスチューブ2内の所定の位置にセットされると、キャリアガスを供給しながら前述したヒータによりプロセスチューブ2内の加熱を行い、所定の温度まで加熱を行う。

【0040】その後、プロセスガスの酸素ガス(乾燥酸素)をキャリアガスである窒素ガスとともにプロセスチューブ2に供給し、半導体ウエハ上における酸化膜の形成を開始する(ステップS101)。

【0041】この時、ガスユニット5から供給されるプロセスガス、キャリアガスの供給量は、予め設定された所定の流量となっており、プロセスチューブ2の排気量を制御する排気制御バルブ8も予め設定された所定の開度となっている。

【0042】また、圧力制御手段10の検索部10cには、モニタ部10bがモニタした気圧計9のデータが絶えず入力されており(ステップS102)、そのモニタ値に応じて、ガスユニット5ならびに排気制御バルブ8の制御を行い、プロセスチューブ2内の圧力を一定に維持しながら酸化膜の形成を行う。

【0043】たとえば、基準となる基準圧力を設定し、その基準の圧力から1hPa毎に圧力が高くなった場合と圧力が低くなった場合のプロセスガスの供給量ならびに排ガス量、すなわち、排気制御バルブ8の開度からなる設定データを予め測定し、格納部10aに格納しておくものとする。

【0044】そして、モニタしている気圧計9の圧力が基準圧力の場合、圧力制御手段10は酸化膜の形成を開始した状態のキャリアガスの流量およびプロセスチューブ2の排ガス量を維持する(ステップS103)。

【0045】また、モニタしている気圧計9の圧力が基準圧力よりも高くなった場合には(ステップS104)、検索部10cが、モニタしている圧力の値に応じたキャリアガスの流量および排ガス量となる設定値を格納部10aから検索する(ステップS105)。

【0046】そして、その設定値に基づいてガス流量圧力制御部10dがプロセスガスの流量を設定された流量まで減少させるようにガスユニット5の制御を行う(ステップS106)。また、同時に排気圧力制御部10eは、プロセスチューブ2の排ガス量を設定された排ガス量まで増加するように排気制御バルブ8の制御を行い、プロセスチューブ2内の圧力を低くすることにより、プロセスチューブ2内の圧力を一定にする(ステップS106)。

【0047】次に、モニタしている気圧計9の圧力が基準圧力よりも低くなった場合には、検索部10cがモニタしている圧力の値に応じたキャリアガスの流量および排ガス量となる設定値を格納部10aから検索する(ステップS107)。

【0048】そして、その設定値に基づいてガス流量圧力制御部10dがプロセスガスの流量を設定された流量まで増加させるようにガスユニット5の制御を行う(ステップS108)。また、同時に排気圧力制御部10eは、プロセスチューブ2の排気量を設定された排気量まで減少するように排気制御バルブ8の制御を行い、プロセスチューブ2内の圧力を高くすることにより、プロセスチューブ2内の圧力を一定にする(ステップS108)。

【0049】よって、圧力制御手段10がステップS102～ステップS108の処理を絶えず行うことにより、大気圧が変動してもプロセスチューブ2内の圧力を一定に保つことができる。

【0050】次に、本発明者が検討した縦型のドライ酸化装置30を図4に示す。

【0051】このドライ酸化装置30は、酸化膜を形成させる石英などからなる円柱状のプロセスチューブ31、プロセスガスである酸素(O<sub>2</sub>)ガスおよびキャリアガスとなる窒素(N<sub>2</sub>)ガスなどのそれぞれのガスにおける流量制御を行うガスユニット32ならびに該ドライ酸化装置30のすべての制御を司る制御手段33により構成されている。

【0052】また、プロセスチューブ31には、該プロセスチューブ31内を加熱するヒータおよびプロセスチューブ2内の保温を行う断熱材が設けられており、プロセスチューブ2の上部には、プロセスガス、キャリアガスが供給されるガス供給口31aが設けられており、同じくプロセスチューブ31の下部には該プロセスチューブ2内のガスが排気される排気口31bが設けられている。

【0053】さらに、ドライ酸化装置30は、プロセスチューブ31をシールする石英キャップ33がプロセスチューブ2の下部に設けられ、この石英キャップ33上には、酸化膜が形成される半導体ウェハ(被処理物)が所定の数載置される、たとえば、石英からなるウェハカセット34が設けられ、プロセスチューブ31に内設するようになっている。

【0054】ここで、図5、図6に本発明者が検討したドライ酸化装置30および本実施の形態におけるドライ酸化装置1との酸化膜形成の比較図を示す。

【0055】まず、図5は、膜厚10nmの熱酸化を行った場合の酸化膜厚の大気圧依存性を示している。

【0056】酸化条件は、850°C、バイロジエニック酸化(水素/酸素=0.5)、酸化時間7分である。また、本発明者が検討したドライ酸化装置に30における大気圧依存性のプロットを'△'により示し、本実施の形態におけるドライ酸化装置1の大気圧依存性のプロットを'■'により示している。

【0057】図5に示すように、縦型酸化装置30では、気圧の変動によって酸化膜厚が変化し、気圧が低い

ほど膜厚が薄くなっているのに対して、ドライ酸化装置1では、気圧の変動に関係なく、膜厚が一定していることが分かる。

【0058】また、ここでは、膜厚10nmの場合における例を示したが、他の膜厚および酸化条件に適用しても同様に良好な酸化膜が得られる。

【0059】次に、図6は、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)素子におけるゲート酸化膜厚のヒストグラムを示している。

【0060】ここで、製造プロセスは、デザインルール0.5μmの一般的なCMOSプロセスを用いており、ゲート酸化膜厚は9nmである。

【0061】この場合も、ドライ酸化装置30と比較して、ドライ酸化装置1においては大幅にばらつきが小さくなっていることが分かる。CMOSが形成された半導体チップの製造における歩留まりを大幅に向上することができる。

【0062】それにより、本実施の形態1においては、圧力制御手段10が大気圧が変動してもプロセスチューブ2内の圧力を絶えず一定に保つので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0063】(実施の形態2)図7は、本発明の実施の形態2による縦型のドライ酸化装置の説明図、図8は、本発明の実施の形態2によるドライ酸化装置に設けられた圧力制御手段のブロック図、図9は、本発明の実施の形態2によるドライ酸化装置に設けられた圧力制御手段の動作フローチャートである。

【0064】本実施の形態2においては、乾燥酸素中の酸化により半導体ウェハに酸化膜を形成させる縦型のドライ酸化装置(半導体製造装置)1aは、酸化膜を形成させる石英などからなる円柱状のプロセスチューブ2およびそのプロセスチューブ2をシールする石英キャップ3が設けられている。

【0065】また、プロセスチューブ2には、該プロセスチューブ2を加熱するヒータおよびプロセスチューブ2内の保温を行う断熱材が設けられており、ヒータはプロセスチューブ2の外周部近傍に設けられ、断熱材はプロセスチューブ2の上方に設けられている。

【0066】さらに、プロセスチューブ2の上部には、プロセスガスおよびキャリアガスが供給されるガス供給口2aが設けられており、同じくプロセスチューブ2の下部には該プロセスチューブ2内のガスが排気される排気口2bが設けられている。

【0067】また、石英キャップ3上には、酸化膜が形成される半導体ウェハ(被処理物)が所定の数載置される石英などのウェハカセット4が設けられ、プロセスチューブ2に内設するようになっている。

【0068】また、ドライ酸化装置1には、ドライ酸化を行うプロセスガスである酸素ガスおよびキャリアガス

となる窒素ガスなどのそれぞれのガスにおける流量を一定にするガスユニット5が設けられ、配管6aを介してガス供給口2aと接続され、ガスユニット5により流量制御されたプロセスガスおよびキャリアガスは、ガス供給口2aから供給され、プロセスチューブ2内のガスは、排気口2bから配管7を介して排気される。

【0069】さらに、ドライ酸化装置1には、大気圧を測定する気圧計9ならびに該ドライ酸化装置1のすべての制御を司る処理制御手段11が設けられている。

【0070】次に、処理制御手段11の構成を図8を用いて説明する。

【0071】まず、処理制御手段11は、予め測定を行ったそれぞれの条件毎の処理時間のデータである時間設定データを格納する格納部11aならびに気圧計9のモニタを行うモニタ部11bが設けられている。

【0072】また、処理制御手段11には、モニタ部11bによりモニタされた気圧のデータ、標準圧力時の処理時間および時間設定データに基づいて酸化膜の形成処理時間を演算する演算部11cが設けられており、モニタ部11bと電気的に接続されている。

【0073】さらに、処理制御手段11は、演算部11cの演算結果に基づいて酸化膜を形成の処理時間の制御ならびに該処理制御手段11のすべての制御を司る制御部11dが設けられている。そして、格納部11aおよび演算部11cは、制御部11dと電気的に接続されている。

【0074】次に、本実施の形態の作用について図7、図8ならびに図9のフローチャートを用いて説明する。

【0075】まず、搬送ユニットにより半導体ウエハがウエハカセット4に載置され、ウエハカセット4がプロセスチューブ2内の所定の位置にセットされると、キャリアガスを供給しながら前述したヒータによりプロセスチューブ2内の加熱を行い、所定の温度まで加熱を行う。

【0076】その後、プロセスガスの酸素ガスをキャリアガスである窒素ガスとともにプロセスチューブ2に供給し、半導体ウエハ上における酸化膜の形成を開始する(ステップS201)。ここで、ガスユニット5から供給されるプロセスガス、キャリアガスの供給量ならびにプロセスチューブ2の排気量は一定となっている。

【0077】また、処理制御手段11の演算部11cには、モニタ部11bによりモニタされた気圧計9の圧力のデータが絶えず入力されており(ステップS202)、そのモニタ値に応じて、演算部11cが格納部11aから時間設定データを検索し、酸化膜の形成における処理時間を増減させ、大気圧変動による酸化膜厚、膜質の変化を補償している。

【0078】たとえば、基準となる基準圧力を予め設定し、その基準の圧力から1hPa毎に圧力が高くなった場合と圧力が低くなった場合の酸化膜形成の処理時間を

測定し、それらの測定データを時間設定データとして格納部11aに格納しておくものとする。

【0079】そして、大気圧が前述した基準圧力の場合、処理制御手段11は格納部11aに格納された標準の処理時間による酸化膜形成の処理を行う(ステップS203)。

【0080】また、モニタしている大気圧が基準圧力よりも高くなった場合には(ステップS204)、演算部11cが、モニタしている圧力の値に応じた時間設定データを格納部11aから検索する(ステップS205)。

【0081】そして、演算部11cは、検索した時間設定データを制御部11dに出力し、それに基づいて、制御部11dは処理時間を標準の時間よりも所定の時間だけ短くして処理を終了する制御を行う(ステップS206)。

【0082】次に、大気圧が基準圧力よりも低くなっている場合には、演算部11cが、モニタしている圧力の値に応じた時間設定データを格納部11aから検索する(ステップS207)。

【0083】そして、演算部11cは、検索した時間設定データを制御部11dに出力し、それに基づいて、制御部11dは処理時間を標準の時間よりも所定の時間だけ長くして処理を終了する制御を行う(ステップS208)。

【0084】よって、処理制御手段11がステップS202～ステップS208の処理を絶えず行うことにより、大気圧が変動しても、変動に応じて酸化膜形成の処理時間を増減させて均一な膜厚および膜質を得ることができる。

【0085】ここで、前記実施の形態1の図5に示した本発明者が検討したドライ酸化装置30および本実施の形態におけるドライ酸化装置1との酸化膜形成の比較図において、酸化膜の形成の処理時間により補償を行う場合の酸化膜厚の大気圧依存性を'□'により示している。

【0086】この場合においても、図5に示すように、本発明者が検討したドライ酸化装置30では、気圧の変動によって酸化膜厚が変化し、気圧が低いほど膜厚が薄くなっているのに対して、酸化膜の形成の処理時間により補償を行うドライ酸化装置1aでは、気圧の変動に關係なく、膜厚が一定していることが分かる。

【0087】それにより、本実施の形態2においては、処理制御手段11が大気圧が変動しても酸化膜形成における処理時間の補償を行うので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0088】以上、本発明者によってなされた発明を発明の実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでも

ない。

【0089】たとえば、前記実施の形態1、2においては、乾燥酸素中の酸化により酸化膜を形成するドライ酸化装置について記載したが、酸化装置は、たとえば、水蒸気酸化によるウェット酸化や水素燃焼酸化などの酸化膜の形成を大気圧で行う常圧酸化装置であれば良好に高品質な酸化膜を形成することができる。

【0090】また、前記実施の形態1、2では、半導体ウエハをバッチ処理する酸化装置の場合について記載したが、枚葉処理を行う酸化装置に気圧計および圧力制御手段または処理制御手段を設けるようにしても良好に高品質な酸化膜を形成することができる。

【0091】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0092】(1) 本発明によれば、大気圧が変動しても圧力制御手段が反応室内の圧力を自動的に絶えず一定に保つので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0093】(2) また、本発明では、大気圧が変動しても処理制御手段が、自動的に酸化膜形成における処理時間の補償を行うので、安定した膜厚および膜質の酸化膜を得ることができる。

【0094】(3) さらに、本発明においては、膜厚規格が狭い酸化工程などの大気圧管理による酸化処理着工制限が不要となるので、半導体製造装置の稼動率を向上することができる。

【0095】(4) また、本発明によれば、前記(1)～(3)により、常に高品質な酸化膜を形成できるので半導体装置の歩留まりを向上でき、かつ製品の品質も向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による縦形のドライ酸化装置の説明図である。

【図2】本発明の実施の形態1によるドライ酸化装置に設けられた圧力制御手段のブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態1によるウェット酸化装置\*

\*に設けられた圧力制御手段の動作フローチャートである。

【図4】本発明が検討した縦形のドライ酸化装置の説明図である。

【図5】酸化膜厚の大気圧依存性の比較検討図である。

【図6】CMOS素子におけるゲート酸化膜厚のヒストグラムの比較検討図である。

【図7】本発明の実施の形態2による縦形のウェット酸化装置の説明図である。

【図8】本発明の実施の形態2によるウェット酸化装置に設けられた圧力制御手段のブロック図である。

【図9】本発明の実施の形態2によるウェット酸化装置に設けられた圧力制御手段の動作フローチャートである。

#### 【符号の説明】

1, 1a ドライ酸化装置(半導体製造装置)

2 プロセスチューブ(反応室)

2a ガス供給口

2b 排気口

20 3 石英キャップ

4 ウエハカセット

5 ガスユニット(流量制御手段)

6, 6a 配管

7 配管

8 排気制御バルブ(排気制御手段)

9 気圧計(大気圧測定手段)

10 圧力制御手段

10a 格納部

10b モニタ部

10c 検索部

10d ガス流量圧力制御部(流量圧力制御部)

10e 排気圧力制御部

10f 制御部

11 処理制御手段

11a 格納部

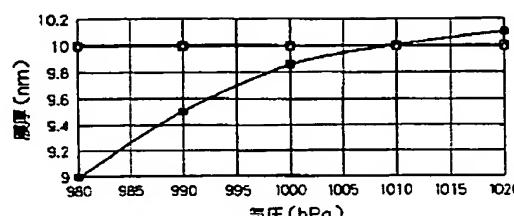
11b モニタ部

11c 演算部

11d 制御部

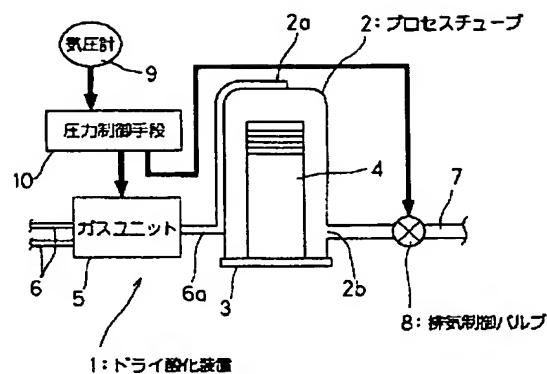
【図5】

図5



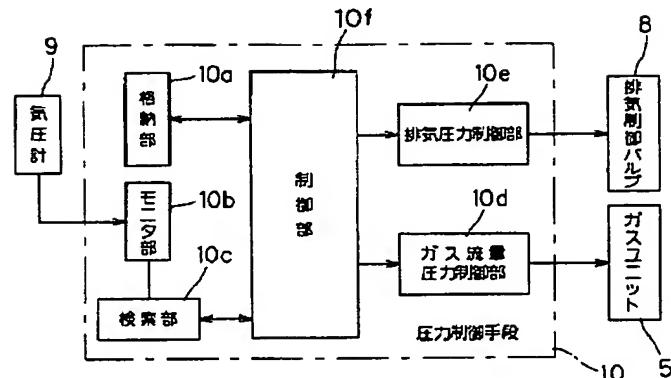
【図1】

図1



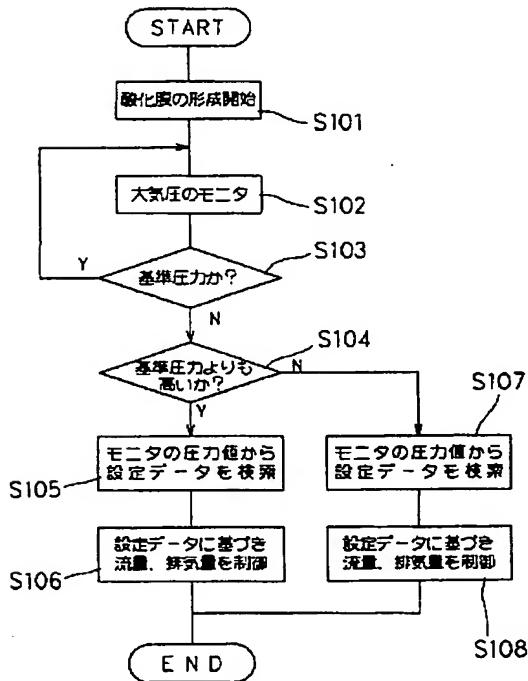
【図2】

図2

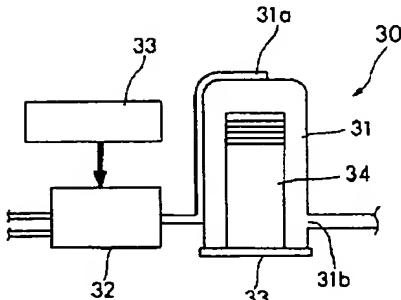


【図3】

図3

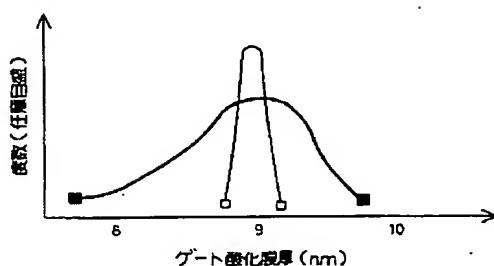


【図4】



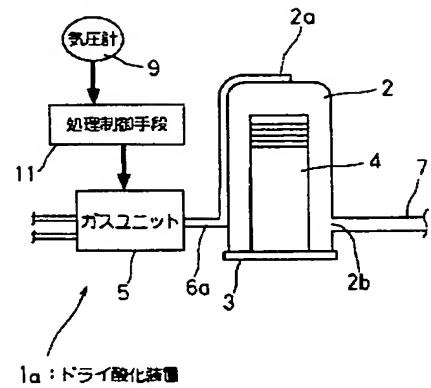
【図6】

図6



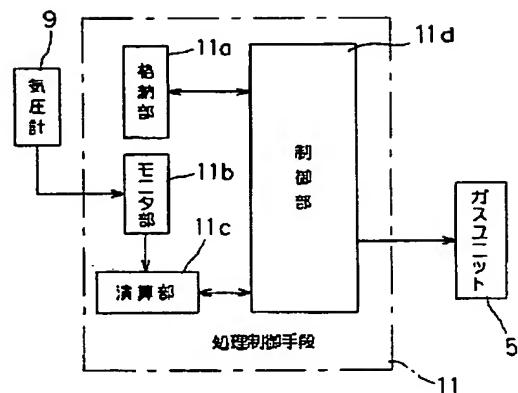
【図7】

図7



【図8】

図8



【図9】

図9

